Geheimprojekt Meergeist

Ein Heliox-Tieftauchgerät von 1944

Um die drohende Kriegsniederlage zu wenden arbeitete das Deutsche Reich in den letzten Kriegsmonaten fieberhaft an einer Vielzahl von neuartigen und geheimen Konstruktionen, die aber nicht mehr zur Serienreife gelangten. Dass es auch im Bereich der Tauchtechnik geheime Projekte gab, zeigt Michael Jung in seinem nachfolgenden Bericht über ein bislang unbekanntes Konzept für ein Heliox-Tieftauchgerät, das bis zu einer Tiefe von 100 Meter einsetzbar sein sollte. Es markiert gleichzeitig den Ausgangspunkt des „Technical Diving" in Deutschland.

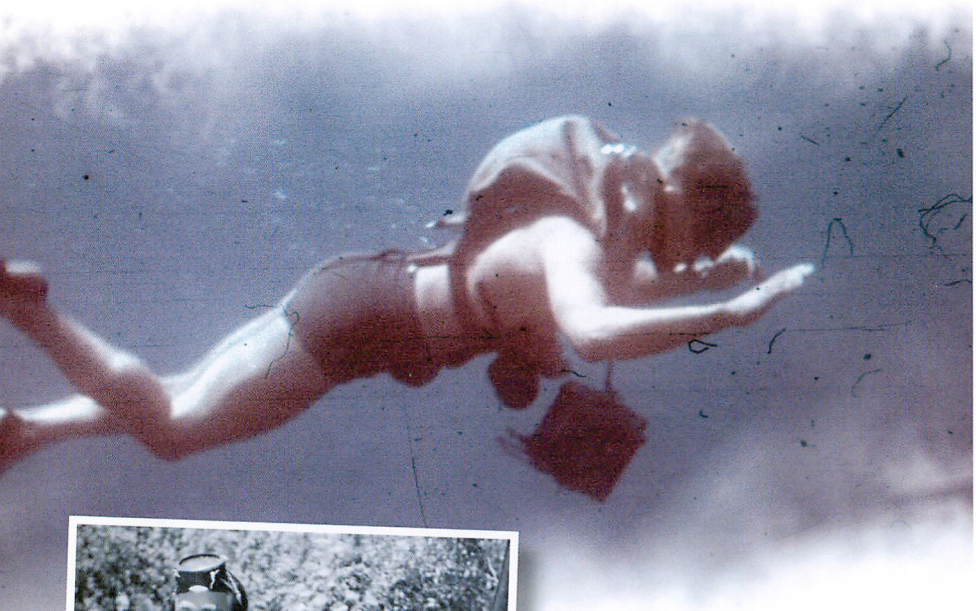
Der österreichische Tauchpionier Hans Hass hatte 1942 während seiner Expedition in Griechenland erstmals die Gelegenheit, ein umgebautes Sauerstoffkreislaufgerät zum Tauchen zu verwenden. Er modifizierte dazu 1941 gemeinsam mit dem Technischen Direktor Hermann Stelzner vom Drägerwerk in Lübeck ein handelsübliches U-Boot-Austauchgerät für seine Zwecke. Durch die Kombination mit den neuartigen Schwimmflossen wurde das Schwimmtauchen möglich (siehe DIVEMASTER 4/97).

Hass führte in Griechenland unter Wasser Sammlungen von „Reteporiden" genannten, korallenartig wachsenden Tierstöcken aus der Klasse der Moostierchen (Bryozoa) durch, die er in seiner zoologischen Doktorarbeit wissenschaftlich auswertete.

Das Sauerstoffproblem

Hass war begeistert von den neuen Möglichkeiten, die das Tauchgerät Forschungs-, Berufs- und Sporttauchern bot. Zwei Tauchunfälle, die er nur mit großem Glück überlebte, zeigten ihm jedoch auch, dass Sauerstoff nur im flachen Küstenbereich für das Tauchen einsetzbar war. Denn ab einem gewissen Druck, also mit zunehmender Tiefe, wirkt Sauerstoff giftig. Hass bemühte sich deshalb, das Tauchgerät gemeinsam mit dem Drägerwerk weiter zu entwickeln. In seiner Doktorarbeit vom Februar 1944 erwähnte er dieses Vorhaben nur sehr kurz, denn es lief, nach außen deklariert als U-Boot-Austauchgerät für große Tiefen und operative Kampfschwimmereinsätze, als militärisches Projekt der Kategorie „Geheim". Hass wollte es zwar für wissenschaftliche Zwecke verwenden, musste aber die militärischen Nutzungsmöglichkeiten in den Vordergrund stellen, um in dieser späten Kriegsphase überhaupt noch Entwicklungskapazitäten und Rohstoffe zugeteilt zu bekommen. Projekte, die nicht in irgendeiner Weise „kriegsentscheidend" waren, oder zumindest so deklariert waren, wurden von den Behörden abgelehnt. Alles und Jedes unterlag der „totalen Kriegswirtschaft". Den Umweg über eine militärische Nutzung mussten damals wie heute viele Erfindungen gehen, bis sie zu ihren ursprünglich vorgesehenen, friedlichen Zwecken eingesetzt werden konnten.

Hass beschrieb in seiner Doktorarbeit das Vorhaben nur knapp: „Um die Gefahr der Sauerstoffkrankheit gänzlich auszuschalten und gleichzeitig das Aufsuchen beträchtlicher Tiefen zu ermöglichen,



Von o.n.u.: Abb.1: Hans Hass 1942 in Griechenland mit Sauerstoffkreislaufgerät.
Abb.2: Nach dem Krieg zog Hannelore Schroth für einen Pressefotografen den Heliox-Prototypanzug am Wolfgangsee an. Er war mit einem konventionellen Sauerstoff-Kreislaufgerät bestückt.

wird zur Zeit daran gearbeitet, das Gerät auf die Verwendung eines entsprechend dosierten Helium-Sauerstoff-Gemisches umzuarbeiten.“ Er benannte damit aber den Kern der Problematik: Die größte Schwierigkeit beim Tieftauchen liegt weniger in der Bewältigung des rasch zunehmenden Druckes, als in den damit verbundenen atemphysiologischen Folgeerscheinungen. Das Grundproblem bildet dabei vor allem unser konventionelles Atemgas. Während der Sauerstoff in ihm lebensnotwendig ist, spielt der Stickstoff lediglich die Rolle des Verdünnungsgases. Nach unseren heutigen Kenntnissen ist er der Haupterreger des Tiefenrausches, und seine Löslichkeit im Organismus führt zur Notwendigkeit von Dekompressionsstopps.
Tieftauchen birgt also zunächst ein physiologisches Problem: Einerseits wirkt Sauerstoff schon in relativ geringen Tiefen bei erhöhtem Partialdruck im Atemgasgemisch giftig, zum anderen werden vom Organismus nicht benötigte Gase wie Stickstoff mit steigender Tauchzeit und -tiefe bis zur Sättigung in den Körpergeweben gelöst, was die gefürchtete Dekompressionskrankheit bewirkt. Daraus ergeben sich zwei Hauptprobleme beim Tieftauchen: Erstens muss dafür Sorge getragen werden, dass der Druck des Sauerstoffanteils des Atemgases unterhalb der kritischen Grenze bleibt und zweitens ist zu beachten, dass die in den Geweben gelösten Gase beim Aufstieg aus der Tiefe niemals die Sättigungsgrenze überschreiten (siehe diesen DIVEMASTER S. 45)

Die Helium - Lösung

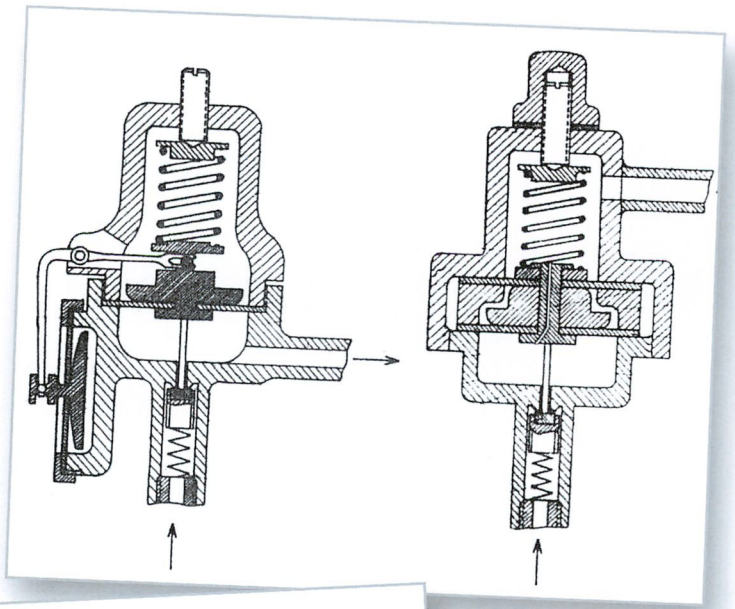
Das Grundrezept bei allen künstlicher Gasmischungen besteht darin, einerseits den Sauerstoffanteil nicht zu gering zu halten, damit der Taucher nicht Mangel leidet, andererseits aber auch nicht zu hoch, damit keine Vergiftung eintritt. Entscheidend ist das Einhalten eines Gleichgewichtszustandes, und zwar abhängig vom richtigen Partialdruck. In künstlichen Atemgasgemischen muss der Sauerstoff im Idealfall einen Partialdruck haben, der in jeder Tiefe nicht wesentlich von seinem Partialdruck an der Oberfläche abweicht. Das bedeutet, dass mit zunehmender Tiefe der Volumenanteil des Sauerstoffs am Atemgasgemisch abnehmen muss. Der nach der jeweiligen Tiefe unterschiedliche Volumenanteil des Sauerstoffs muss durch ein biochemisch reaktionsträges Gas (Inertgas), das sich normalerweise beim Stoffwechsel neutral verhält, auf 100 Volumenprozente aufgefüllt werden.
In unserem natürlichen Atemgas übernimmt die Rolle des Sauerstoffverdünners der Stickstoff. Der Tieftaucher benötigt aber wegen des hohen Narkosepotentials des Stickstoffes einen anderen Verdünner, der vor allem zwei Voraussetzungen genügen muss: Selbst unter hohen Drücken muss sich das gesuchte Gas leicht atmen lassen, also eine geringe Dichte aufweisen, und es darf auch zu keinen physiologischen Störungen führen. In der Tauchpraxis wird für das Tieftauchen vorwiegend das Edelgas Helium benutzt, das jedoch sehr teuer ist.
Das Kunststück des Tieftauchens besteht also in erster Linie darin, das richtige Gemisch zu bestimmen und es möglichst anhand einer Reglereinrichtung zuverlässig und tiefenvariabel einzustellen.
Bei der amerikanischen Marine gab es mit Helium-Sauerstoff-Mischungen (Heliox) bereits 1937 erste Versuchstauchgänge. Max Gene Nohl erreichte die Tiefe von 126 Meter. Heliox war ebenfalls erfolgreich 1939 bei der Bergung der bei Portsmith/USA gesunkenen USS SQUALUS eingesetzt worden. Das Unterseeboot lag in einer Tiefe von 72 Metern.
Die theoretischen Grundlagen des Tieftauchens waren auch in Deutschland bekannt, Schwierigkeiten bereitete vor allem die Konstruktion eines automatischen Mischventils, wenn man nicht mit einem konstanten Fertiggemisch tauchen wollte. Fertiggasgemische sind nur für eine gewisse Tiefenzone optimal einsetzbar. War man oberhalb oder unterhalb dieser Zone, kam es zu einer Über- oder Unterversorgung. Dies bedeutete unter anderem bei flachen Tauchgängen einen unnötigen Verbrauch des kostbaren Heliums.
Zu einem Heliox-Tieftauchgerät hatte der Technische Direktor Hermann Otto Tietze, der Nachfolger des 1942 überraschend verstorbenen Stelzner, bereits 1943 eine interessante Erfindung gemacht, die Hans Hass am 17. April 1944 in Lübeck vorgestellt wurde. Hass hielt dazu in einer Aktennotiz fest: „Tietze hat ein lungenautomatisches Tauchgerät ersonnen und eine Vorrichtung, vermittels welcher die Dosierfrage wahrscheinlich wirklich gelöst werden kann. Die geistreiche Vorrichtung besteht im Prinzip darin, dass bei jedem Lungenzug ein doppelter Blasebalg betätigt wird. In der einen Kammer ist Fertiggemisch (Heliox mit 20 Volumenprozent Sauerstoff), welches sich jedes Mal gereinigt wieder durch die Ausatemluft ergänzt, in die andere strömt frischer, reiner Sauerstoff. Das Größenverhältnis der beiden Blasebälge wird durch eine dem Tiefendruck entsprechend sich einstellende automatische Feder betätigt, so dass der jeweiligen Tiefe entsprechend stets die richtige

Dosis in den Atemsack einströmt bzw. einströmen soll. Dies Gerät wird weiterentwickelt, mir ist daran nur der viele Automatismus unsympathisch."
Tietze hatte das Heliox-Gerät im Mai 1943 als Geheimpatent angemeldet. Das Prüfverfahren war jedoch bei Kriegsende noch nicht abgeschlossen, so dass keine Patente in Deutschland erteilt wurden. Sein Konzept basierte auf einer Erfindung des Italieners Mario Moschini von 1933. Nach dessen Erfindung sollte das Gerät drei Flaschen und drei automatische Ventile besitzen, die aufeinander abgestimmt arbeiten: Bis zu einer gewissen Tiefengrenze wird nur ein Heliox-Fertiggemisch (90/10%) geatmet. Der verbrauchte Sauerstoff wird durch die Sauerstoffflasche automatisch ersetzt. Geht man tiefer, strömt automatisch weiteres Helium aus der Heliumflasche in den Atemsack hinein, so dass der maximale Sauerstoff-Partialdruck nicht überschritten wird. Das an die Heliumflasche angeschlossene automatische Ventil öffnet etwa bei 90 Meter Tiefe. Das Gerät hat den Nachteil, dass der Sauerstoffteildruck auch nicht annähernd konstant ist, vielmehr beträgt der Sauerstoffgehalt von 10 bis 90 Meter Tiefe immer 10%. Der Teildruck ist also unterschiedlich. In geringen Tiefen kann dies für anstrengende Arbeiten nicht ausreichen. Moschinis Gerät blieb eine hypothetische Idee.
Das Tieftauchgerät von Tietze war für eine Tiefe bis 100 Meter konzipiert und besaß ebenfalls drei Gasflaschen: eine für Helium, eine für Sauerstoff sowie eine für ein fertiges Helium-Sauerstoffgemisch, das vor dem geplanten Tauchgang gemixt wurde. Für einen Tauchgang auf 100 Meter Tiefe war ein Atemgemisch mit maximal 18% Sauerstoff-Anteil vorgesehen. Die Helium- und die Helioxflasche besaßen einfache Handventile, nur die Sauerstoffflasche darüber hinaus noch ein zusätzliches Dosierventil. Da ein automatisches Heliumventil einen größeren technischen Aufwand erforderte, ging Tietze bei seinem Konzept den umgekehrten Weg: Die Sauerstoff- und Helioxflaschen werden vor dem Tauchgang geöffnet, wobei der Verbrauch während des Tauchgangs automatisch aus der Sauerstoffflasche gedeckt werden sollte. Wird der Sauerstoffanteil doch einmal zu hoch (laut Patentschrift könne dies der Taucher „am Zucken von Gesichtsmuskeln" selbst feststellen!) soll er die Heliumflasche manuell öffnen und solange Helium zuströmen lassen, bis die Symptome abklingen und folglich wieder der richtige Partialdruck vorherrscht.
Anstatt mit zunehmender Tiefe immer mehr Helium in den Atemsack einströmen zu lassen, reduzierte Tietze mit zunehmender Tiefe den Sauerstoff-Anteil durch Verringerung des Zustromes von frischem Sauerstoff in den Atembeutel. Dazu war ein spezielles Dosierventil vorgesehen, von dem Tietze zwei verschiedene Ausführungsformen entwarf. Die Variante, die zur praktischen Anwendung vorgesehen war, besaß zwei Membranen mit verschieden großen Wirkflächen. Eine so genannte Hilfsmembran bewirkte, dass die Schließkräfte des Ventils mit zunehmender Tiefe immer mehr verstärkt wurden, und so immer weniger Sauerstoff ausströmte. Je nach Voreinstellung schloss das Ventil bei einer gewissen Tiefe ganz, so dass nur noch das fertige Heliox-Gemisch geatmet wurde. Es handelte sich bei Tietzes Tieftauchgerät um eine Kombination zwischen automatischer Dosierung und Fertiggasgemisch.

Mit Heliox in die Tiefe

Bei der Entwicklung und Erprobung des Tieftauchgerätes wollten Hans Hass und Heinrich Dräger zusammenarbeiten und schlossen einen entsprechenden Vertrag. Hass sollte für seine Mitarbeit und Beratung an dem Projekt ein Pauschalhonorar von 3.000 Reichsmark erhalten, was sehr großzügig und den persönlichen Risiken von Hass angemessen war. Für Sommer 1944 waren die ersten praktischen Versuche im Freiwasser geplant. In die Versuche sollte Hermann Becker-Freyseng, Chef des Sanitätswesens und Direktor

Von o.n.u.: Abb.3: Der Tieftauchanzug von Hans Hass besaß eine kreisrunde, aufschraubbare Sichtscheibe wie ein Helmfenster und eine Atemmaske für Mund und Nase. Das Gesichtsfeld war sehr begrenzt. Die Sichtscheibe ist baugleich mit dem Fenster der Drägerhelme. Mit einem Gurtsystem wurde der Dichtrand der Maske auf die Gesichtsfläche gepresst, damit möglichst wenig Atemgas in den Anzug gelangt und damit verloren geht.
Abb.4: Hermann Tietze (links), der Nachfolger von Hermann Stelzner, im Gespräch mit Dr. Heinrich Dräger (rechts). Mit Tietze entwickelte Hans Hass ein Heliox-Kreislauftauchgerät. Es konnte bis Kriegsende nicht mehr praktisch erprobt werden. (Foto: Dräger)
Abb.5: 1955 fanden Versuche mit Heliumatmung in der Druckkammer des Drägerwerkes statt. (Fotos: Dräger)



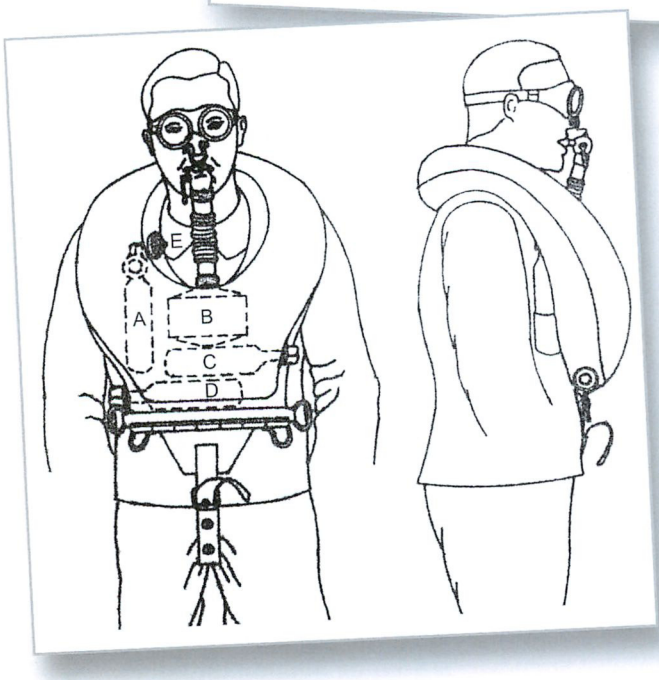


Abb.6(o): Zwei Varianten automatischer Dosierventile aus der Patentanmeldung. Abb.7(u): Konstruktionsskizzen aus der Patentanmeldung des Drägerwerks zum Heliox-Tauchgerät von 1943. Sauerstoff-Flasche (A), Helium- und Heliox-Flaschen (C und D), Absorberpatrone (B). Es war als „Geheim“ eingestuft.

des Luftfahrtmedizinischen Forschungsinstitutes des Reichsluftfahrtministeriums, mit einbezogen werden. Er hatte bereits wichtige Grundlagenforschung zur Druckgasatmung und Sauerstoffsättigung durchgeführt.

Auf der Suche nach einer geeigneten Isolierung für den Anzug des Tieftauchgeräts war Hass im Kontakt mit dem Chemiker Peter Adolf Thiessen, dem Direktor des Kaiser-Wilhem-Institus für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin. Er hatte durch die Entwicklungsarbeiten von Gasmaskenfilter langjährige Beziehungen zum Drägerwerk. Die Phrix-Werke in Hirschberg im Riesengebirge waren als serienmäßiger Hersteller für den wasserdichten Schutzanzug des Tieftauchgerätes vorgesehen. Er sollte als Trockentauchanzug in der Art eines Laminat-Anzuges aus einem reißfesten Chemiefaser-Trägergewebe bestehen, das außenseitig mit wärmedämmendem Schaumstoff beschichtet wurde. Die leichten Chemiefasern durften bei tiefen Temperaturen weder ihre Elastizität verlieren noch einreißen. Unter diesem robusten, aber doch leichten und flexiblen Schutzanzug sollte ein Wollanzug als zusätzlicher isolierender Kälteschutz getragen werden.

Das Drägerwerk fertigte für die Tieftauch-Versuche von Hans Hass als Prototyp einen Tauchanzug in konventioneller Art an: Er bestand aus einem dicken, kautschukgetränkten Baumwollgewebe, war aus einem einzigen Teil und umschloss bis auf die Hände den gesamten Körper. In den Anzug konnte kein Wasser eindringen. Darunter sollte eine dicke, wärmende Unterbekleidung getragen werden. Der Einstieg in den Anzug geschah durch eine schlitzartige Öffnung auf dem Rücken, die später mit einem gasdichten Klemmverschluss abgedichtet werden konnte. Vor dem Gesicht befand sich eine kreisrunde Glasscheibe, die wie beim Taucherhelm eingeschraubt wurde. Unterhalb der Glasscheibe wurde der Atemschlauch angeschraubt. Eine dicht sitzende Atem-Halbmaske aus Kautschuk, die wie bei einem Höhenatemgerät für Piloten Mund und Nase aufnahm, war fest in den Anzug eingearbeitet. Am Hinterkopf war ein automatisches Überdruckventil angebracht. Der Anzug existiert heute noch im Fundus des Hans-Hass-Instituts.

Auf dem Weg zu einem Tieftauchgerät war ein zentrales Hindernis zu überwinden: Es musste eine ausreichende Menge Helium beschafft werden! Dies war sehr schwierig, denn es gibt nur in den USA und Russland natürliche Heliumquellen mit genügender Reinheit, aus denen die entsprechenden Mengen für die Versuche hätten entnommen werden können. Die künstliche Heliumherstellung aus Luft, wie sie damals in Deutschland aufgrund des amerikanischen Exportverbotes praktiziert werden musste, war extrem teuer und aufwendig. Deshalb stand Hass nur eine geringe Menge Helium für einige wenige Versuchstauchgänge zur Verfügung, die er ideenreich „organisiert“ hatte: Eine einzige, große Stahlflasche mit 50 Liter Volumen, die er in seiner Berliner Wohnung wie seinen Augapfel hütete und bei Alarm in den Luftschutzkeller mitnahm. Wegen der Knappheit des Heliums sollte es bei den Versuchstauchgängen möglichst wiederverwendet werden. Geplant war, spezielle Gassäcke anzufertigen, in die das Helium-Sauerstoff-Gemisch beim Auftauchen eingeleitet wird, wenn es durch das Überdruckventil im Atemsack entweicht.

Die Versuchstauchgänge waren auf bis zu 100 Meter Tiefe geplant und sollten anfänglich an der oberitalienischen Mittelmeerküste bei Rapallo durchgeführt werden. Zu diesem Zweck sollte das Schiff SEETEUFEL von Hans Hass nach Rapallo verlegt werden und als Operationsbasis dienen. Durch die alliierte Küsteninvasion im Juni 1944 wurde es aber unmöglich, das Schiff aus seinem Stettiner Hafen dorthin zu überführen. Dräger änderte daraufhin die Planung, die Versuchstauchgänge sollten nun im Helgoländer Becken stattfinden, eine Meeressenke, die sich südwestlich von Helgoland befindet und bis fast 60 Meter Tiefe abfällt. Das Unternehmen trug inzwischen den Tarnnamen „Projekt Meergeist“.

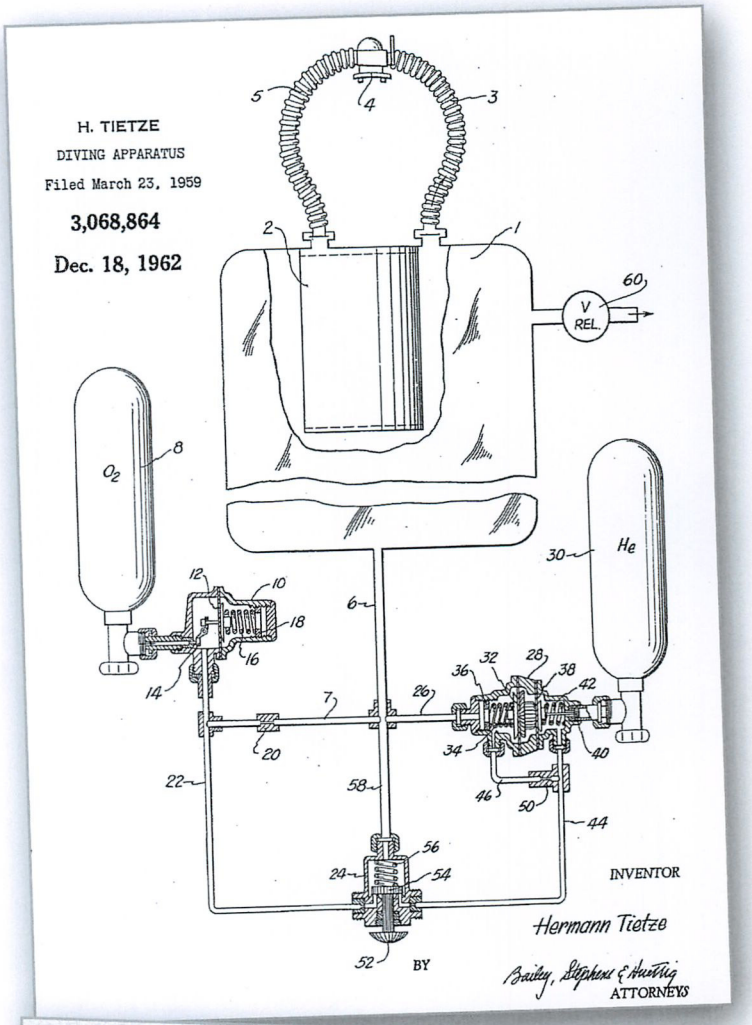
Bis Kriegsende kam es nicht mehr zur praktischen Ausführung der Tieftauchversuche, weil einerseits kein weiteres Helium beschafft werden konnte, vor allem aber das Drägerwerk mit der Herstellung des Tauchgerätes in Verzug kam. Heinrich Dräger arbeitete vielmehr schon auf die Zeit nach dem Krieg hin. Unmittelbar nach der Invasion der Alliierten in der Normandie hatte er im Angesicht des als verloren erkannten Krieges bei einem Treffen mit seinem engsten Mitarbeiterstab eine Strategie ausgearbeitet, in der sich die Unternehmensleitung

explizit mit der Nachkriegsplanung auseinandersetzte. Mit Weitblick und Realitätssinn entwickelte Dräger einen Stufenplan, der bereits ab Herbst 1944 eine schrittweise, unmerkliche Umstellung der Produktion hin zu rein humanitären Produkten mit sich brachte. Im Vordergrund der zukünftigen Produktplanung standen medizinische Beatmungsgeräte, Landmaschinenbedarf, der gewerbliche Atemschutz und die Fertigung von autogenen Schweißgeräten. Langfristigen Projekten wie dem Tieftauchen wurden nach und nach die Ressourcen entzogen. Diese kontinuierliche Umstellung der Produktion, die mit der Schließung oder dem Verkauf einiger Standorte einherging, war hochriskant und hätte Dräger eine harte Strafe eingebracht, wäre sie dem Regime bekannt geworden. In Hermann Tietzes „Arbeitsprogramm für die Nachkriegszeit" vom 28. November 1944 findet das Heliox-Tieftauchgerät keine Erwähnung mehr. Für die nach Kriegsende zu erwartenden größeren Bergungsarbeiten setzt man auf Panzertauchanzüge, da diese hinsichtlich der physiologischen Gegebenheiten wesentlich einfacher zu handhaben wären. Einer Fehleinschätzung unterlag Tietze in seinem Programm hinsichtlich der Zukunft des Schwimmtauchgerätes. Hierzu bemerkte er: „Das Schwimmtauchgerät wird einen größeren Verwendungsbereich vermutlich nicht erhalten. Immerhin ist damit zu rechnen, dass hin und wieder solche Geräte für Sportzwecke gefragt werden."

Die Nachkriegsentwicklung

Bei Kriegsende geriet das Drägerwerk unter britische Kontrolle. Die Militärbehörden interessierten sich intensiv für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Im Spätsommer 1945 gehörte das Unternehmen zu den ersten Firmen, die von anglo-amerikanischen Geheimdienstkommandos durchsucht wurden, um den technologischen Wert und den Entwicklungsstand der Produkte abzuschätzen. Die Experten interessierten sich vor allem für technische Innovationen und deren Serienreife. Die Untersuchungen führten zu dem im Abschlußbericht formulierten Fazit: *„the firm Dragerwerk was efficient in all respects"*. Insbesondere *„research and development"*, so urteilte die Kommission, wären *„of the highest caliber"*. In wichtigen Entwicklungsbereichen war das Unternehmen demnach *„well ahead of the Western Allies and superior to any we have thus far seen."* Das Drägerwerk war tatsächlich auf vielen Feldern führend. Als erster in der Welt entwickelte Hermann Tietze zum Beispiel neben dem Tieftauchanzug auch einen Höhenflug-Vollanzug für Piloten, bei dem die großen Gelenke, nahezu wie Kugelgelenke, beweglich gemacht wurden. Die heutigen Raumfahrt-Anzüge lassen sich auf Tietzes Arbeiten zurückführen. Überhaupt steht Hermann Tietze ungerechterweise viel zu sehr im Schatten des Hermann Stelzner. Jeder der beiden war zu seiner Zeit eine Kapazität.

Nach dem Krieg musste das Drägerwerk die Fertigung von Atemschutz- und Tauchgeräten ganz einstellen. Sie standen als „Kriegsmaterialien" von Beginn an auf den Listen der Alliierten über verbotene Industrien. Deshalb wollte Hass die ausgefallenen Tieftauchversuche auf eigene Faust in Österreichs Seen fortführen. Er bestellte 1949 für diesen Zweck beim Drägerwerk ein Tauchgerät, mit *„...einem zweiten Anschluss, damit, wenn gewünscht, unter der Sauerstoffflasche eine kleinere Heliumflasche angebracht werden kann."* Tietze riet Hass allerdings davon ab: *„Im übrigen halten wir das Anbringen einer Heliumflasche für Tieftauchversuche für sehr gefährlich, da man wegen der fehlenden konstanten Sauerstoffdosierung keine Möglichkeit hat, den Sauerstoffgehalt genügend hoch zu halten."* Hass verzichtete daraufhin auf diese Spezialanfertigung, konnte sich aber von der Idee eigener Tieftauchversuche noch nicht lösen, wie seine Entwicklungsaufträge



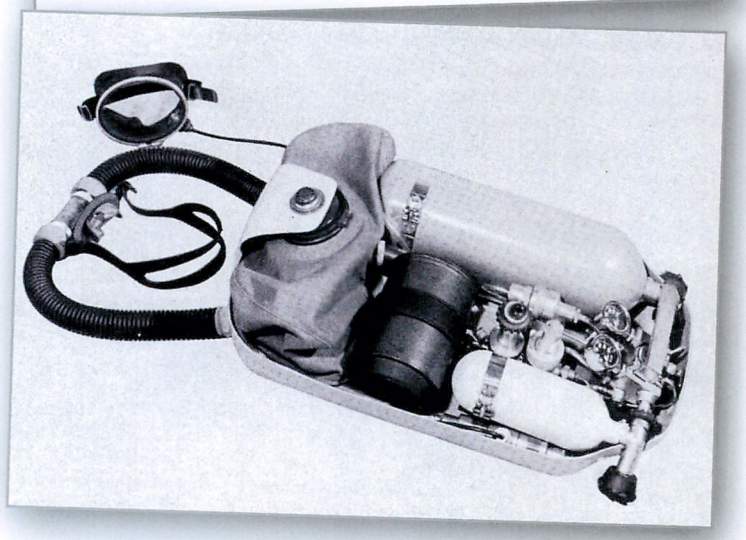


Abb.8 und 9: Diese weiterentwickelte Konstruktion des Heliox-Tieftauchgerätes wurde von Hermann Tietze 1962 patentiert. Sie enthält nur noch zwei Gasflaschen und arbeitet mit konstantem Sauerstoff-Zustrom. Daraus entstand 1964 das SM III.

über einen Tauchtiefenmesser für bis zu 150 Meter und eines Heliumdruckmessers bis 200 bar beim Drägerwerk im Februar 1953 zeigen. Da aber die Ausrüstung seines neuen Forschungsschiffes XARIFA und die anschließenden Fahrten ihn zunehmend in Anspruch nahmen, rückte Hass von seinem Vorhaben, ein Tieftauchgerät zu entwickeln, schließlich doch ab. Sein Engagement auf dem Gebiet der Tieftauchtechnik hat Hass unter dem Strich nichts eingebracht, außer der

Abb.10 und 11: Nachdem das Drägerwerk die Selbstmischtechnik aufgegeben hatte, setzte man auf Fertiggasgeräte wie das FGG III für Helioxtauchgänge bis 200 Meter.

gelegentlich hinter vorgehaltener Hand und ohne genauere Kenntnis geäußerten Kritik, er habe im Krieg „an militärischen Projekten“ mitgearbeitet.

Aufbruch Mitte der 1950er

Erst Mitte der 1950er Jahre setzte Hermann Tietze die Entwicklung von Heliox-Tieftauchgeräten fort, stellte Berechnungen für das Tieftauchen bis 150 Meter an und führte Versuchstauchgänge im Druckkessel des Drägerwerkes durch. Er verwandte dazu ein umgebautes Sauerstoff-Kreislauftauchgerät „Modell 138“. 1955 meldete Tietze eine modifizierte Konstruktion seines Heliox-Gerätes unter der Bezeichnung „Unabhängiges Tauchgerät mit Sauerstoff- und Inertgaszufuhr aus getrennten Vorratsflaschen sowie Kohlensäureadaption, insbesondere für größere Tiefen“ zum Patent an, das 1962 erteilt wurde (DE1137645). Das Gerät war inzwischen vereinfacht worden. Es sollte nur noch eine Sauerstoff- und eine Heliumflasche besitzen. Bis zu einer Wassertiefe von 10 Meter strömte nur Sauerstoff in den Atemsack, um nicht unnötig das wertvolle Helium zu verschwenden. Helium kam erst hinzu, wenn man diese Grenze überschritt. Dann öffnete ein automatischer Doppelmembrandruckminderer - ähnlich dem 1943 zum Patent angemeldeten - langsam die Heliumzufuhr, und mit zunehmender Tiefe wurde der Volumenanteil des Heliums an dem Atemgemisch immer größer. Dieses Konzept wollte Tietze nun, über zwanzig Jahre nach den ersten Vorüberlegungen, in die Praxis umsetzen. Er scheiterte allerdings an den Grenzen, die damals die Messtechnik setzte.

Nach umfangreichen Vorerprobungen wurde 1964 dem Patent DE1137645 folgend das autonome, selbstmischende Tauchgerät „SM III“ gebaut. Helium und Sauerstoff war in je einer Flasche getrennt gespeichert. Der Sauerstoffzufluss ist für jede Tiefe mit 3 l/min konstant, weshalb auf der Sauerstoffseite ein einziger Druckminderer ausreicht. Auf der Heliumseite steigt der Zufluss mit zunehmender Tauchtiefe. Dies wird durch einen zweistufigen Druckminderer erreicht, dessen 2. Stufe zusätzlich vom Wasserdruck gesteuert wird. Damit wird eine nachgeschaltete Dosierungsdüse mit einem veränderlichen Druck beaufschlagt; die abgegebene Heliummenge variiert entsprechend der Wassertiefe. Die Kontrolleinrichtung besteht aus je einem elektrischen Strömungswächter in jeder Zuflussleitung sowie einer Anzeige der Flaschenfüllungen durch Druckmessgeräte. Während beim Ausfall einer der Dosierungen die normalerweise immer brennende Lampe in der Tauchermaske erlischt, wird diese Lampe beim Erreichen eines bestimmten Mindestdruckes in den Vorratsflaschen automatisch in ein Blinklicht umgeschaltet. Dadurch wird der Taucher stets über den Betriebszustand seines Gerätes informiert. Besonders die Strömungswächter, die zu der damaligen Zeit noch keine ausreichend große Empfindlichkeit und Betriebssicherheit aufwiesen, lieferten immer wieder Fehlmeldungen, so dass das SM III nicht in die Praxis gelangte.

Der große apparative Aufwand für Betriebs- und Kontrolleinrichtungen war in den meisten Fällen der Grund, weshalb selbstmischende Helioxgeräte viele Jahre lang nicht in die Serie gelangten. Schon bei der Ausführung der Prototypen traten erste Schwierigkeiten auf. Da aber die Sicherheit des Tauchers oberste Priorität hat, ist die kleinste Unsicherheit bei den Geräten nicht tragbar. Es genügt nicht, nur die Atemgasversorgung des Tauchers abzusichern. Einen ebenso großen Stellenwert hat eine funktionierende Warneinrichtung. Sauerstoffüberfluss oder Sauerstoffmangel machen sich bei dem Taucher bekanntlich nicht in jedem Fall rechtzeitig bemerkbar. Neben der verhältnismäßig komplizierten Gasmischeinrichtung ist noch eine umfangreiche Kontrolleinrichtung erforderlich. Leider funktionierten beide Systeme gemeinsam nicht in jedem Fall zuverlässig. Dies war auch der Grund, weshalb das Drägerwerk nach der nicht erfolgreichen Erprobung des SM III von dem Bau selbstmischender Helioxgeräte Mitte der 1960er Jahre endgültig Abstand nahm. Etwa zur gleichen Zeit ging Hermann Tietze in den Ruhestand.

Erfolg durch Strategiewechsel

Mit dem neuen Technischen Direktor Gerhard Haux folgte auch ein technologischer Strategiewechsel beim Bau von Tieftauchgeräten: Die Selbstmischgeräte, an denen Tietze 20 Jahre lang experimentiert hatte, wurden aus Sicherheitsgründen zugunsten von Fertiggasgeräten aufgegeben. Nach weiterer Grundlagenforschung, vor allem in atemphysiologischer Hinsicht, brachte das Drägerwerk im Herbst 1967 eine Innovation auf den Markt: das Dräger-Tieftauch-System mit Heliox-Fertiggas. Die Taucher fahren in einer

Glocke (Druckkammer) wie mit einem Fahrstuhl zum Meeresboden. Mit dem neuartigen Mischgasgerät FGG III auf dem Rücken können sie dann freischwimmend ihren Arbeitsplatz erreichen und in bis zu 200 Meter Tiefe arbeiten. Es war ein Fertiggastauchgerät (FGG) für drei verschiedene Tiefenbereiche von 50-110, 90-160 und 140-200 Meter. Es besitzt einen Wahlschalter für drei Konstantdosierungen mit den Wahlmöglichkeiten 17,5-12,5-10% Sauerstoffanteil zu Helium. In die Entwicklungsarbeiten des FGG III war Siegfried Ruff, ein ehemaliger Mitarbeiter von Hermann Becker-Freyseng, mit einbezogen.

Gerhard Haux berichtete später über die Entwicklungsarbeit am FGG III: *„Gewitzt durch die weniger überzeugenden Erfahrungen mit der Selbstmischtechnik haben wir bei der Entwicklung autonomer und schlauchversorgter Tieftauchgeräte von vorneherein auf Fertiggasgemische gesetzt. Einfache und unkomplizierte Geräte sollten Trumpf sein“*.[1]

In kurzer Folge entstand neben dem FGG III auch das kleine rückentragbare SMS I, das durch einen Schlauch aus einer Taucherkammer mit einem fertigen Atemgasgemisch versorgt werden konnte. Beide Geräte wurden im halbgeschlossenen Kreislauf betrieben, womit gegenüber dem bis dahin üblichen offenen System eine erhebliche Frischgaseinsparung möglich war. Im offenen Kreislauf liegt beispielsweise der Gasverbrauch bei einer Tiefe von 150 Meter und einem Atemminutenvolumen von 30 l/min an der Oberfläche bei 480 l/min, wohingegen im halbgeschlossenen Atemkreislauf nur 40 l/min Frischgas verbraucht werden. Dies bringt bei dem hohen Heliumpreis ein gewaltiger wirtschaftlicher Vorteil.

Der Aufbau des FGG III entsprach weitgehend dem FGT I für die Minentaucher der Bundesmarine, wobei für die Offshore-Technik die Geräuschlosigkeit und das antimagnetische Verhalten des FGT I keine Rolle spielt. Alle Bauelemente sind in einem Gehäuse aus glasfaserverstärktem Polyesterharz untergebracht und dadurch gegen äußere Einwirkungen gut geschützt.

Es hat sich im Laufe der Jahre gezeigt, dass die praktische und vor allem sichere Umsetzung des Konzepts des Heliox-Tieftauchens viel komplexer und schwieriger ist, als es in der Theorie zu sein schien. Es wäre, mit den Ressourcen, die Deutschland 1944 noch verblieben waren, völlig unrealistisch gewesen, kurzfristig ein selbstmischendes Heliox-Tieftauchgerät zur Serienreife zu bringen. Selbst wenn Hans Hass die Tieftauchversuche hätte durchführen können, wäre das Gerät zu Kriegszeiten nicht über die Prototyp-Phase hinaus gekommen.

Mischgasgeräte machen das Rennen

Seither hat sich die Tauchtechnik weiterentwickelt, und Mischgasgeräte gehören heute zum Standard in der professionellen Taucherei, sowie beim High-End-Sporttauchen. In Deutschland sind inzwischen einige Mischgasgeräte im freien Handel. Das bekannteste ist wohl das NITROX-Kreislaufgerät Atlantis von Dräger, das speziell für den Freizeitbereich entwickelt wurde (Modellname nach einer technischen Überarbeitung „Dolphin“). Das Unternehmen definierte damit einmal mehr den „State of the Art“ neu. Ein Prototyp des Gerätes wurde 1994 von Dräger vorgestellt, auch gab es bereits erste Kurse für Ausbilder, doch erst ab 1996 wurde das Atlantis in Zusammenarbeit mit der Firma Uwatec serienmäßig vertrieben. Es ist ein Fertiggasgerät. Insgesamt stehen vier verschiedene Arten von NITROX-Gemischen zur Verfügung für Tauchgänge von 20 Meter (mit 60/40% Sauerstoff/Stickstoff) bis 45 Meter Wassertiefe (mit 32/68% Sauerstoff/Stickstoff).

Durch wesentlich verbesserte elektronische Sauerstoffsensoren und Steuergeräte sind heute viele Schwierigkeiten bei selbstmischenden Kreislaufgeräten behoben. Seit 1997 ist beispielsweise das „Inspiration“ von APD in Serie. Es gehört zu den elektronisch gesteuerten, selbstmischenden geschlossenen Kreislaufgeräten (eCCR). Mit über 6000 Geräten weltweit zählt dieses Kreislaufgerät zu den meistverkauften Mischgasgeräten. Es kann mit Heliox bis zu 150 Meter Tiefe eingesetzt werden. Viele Tauchverbände bieten Kurse zum Mischgastauchen an, und es gibt spezialisierte Tauchschulen wie die IART (International association of rebreather trainers).

In den letzten Jahrzehnten gab es immer wieder Versuche, mit künstlichen Atemgasen Tiefenrekorde aufzustellen. Erst acht Menschen schafften es bislang, damit tiefer als 200 Meter zu tauchen. Nuno Gomez aus Südafrika tauchte 2005 im Roten Meer mit Mischgas auf eine Tiefe von 318,25 Meter und ist noch heute der aktuelle vom GUINESS BUCH anerkannte Rekordhalter. Er setzte dabei neun verschiedene Atemgase, je nach aktueller Tiefe, ein.

Man kann ohne Übertreibung sagen, dass das Mischgastauchen inzwischen zu einer eigenen und faszinierenden High-Tech-Wissenschaft innerhalb der Tauchtechnik geworden ist. Das Druckluftauchen deckt zwar einen breiten Anwendungsbereich ab, aber es bleiben immer häufiger - und zwar nicht nur im kommerziellen oder militärischen Bereich - eine Vielzahl Fälle, wo die herkömmliche Tauchtiefe oder -dauer von Druckluftgeräten überschritten werden muss. Hier liegt das weite Anwendungsgebiet der Mischgasgeräte.

Literatur:

Haux, Gerhard: Tauchtechnik. Zwei Bände (1969 / 1970).

Lorentz, Bernhard: Industrieelite und Wirtschaftspolitik 1928-1950. Heinrich Dräger und das Drägerwerk. (2001).

Seydel, Michael: Die Entwicklungs- und Nutzungsgeschichte der Tauchretter des Drägerwerkes. Dissertation, Universität Lübeck, Med. Fak., (2010).

Tietze, Hermann: Grundlagen zum Tieftauchen bis 150 m. Dräger-Hefte, Nr. 232, 1958, S. 5015-5023 und Halboffenes Atemschutzgerät mit Helium-Sauerstoff-Gemisch für Versuche im Druckkessel, S. 5023-5027

Tieftauchgeräte im Serienbau. In: Haux, Gerhard F.K.: Typisch HAUX. (2002). (Anmerkung [1] = S. 20).

Dräger-Werk. Markt im Wasser. In: Der Spiegel, 38/1968, S. 85.

Patentschriften und –anmeldungen:

DE680053, „Atemgerät“, Mario Moschini (1933), automatisches Dosierventil in GB542955 (1938).

DE834201, „Verfahren zum Betrieb von Atemgeräten, insbesondere von Tauchgeräten“ (1948).

DE1104828, „Atemschutzgerät mit Kreislauf der Atemluft“ (1961).

DE1137645, „Unabhängiges Tauchgerät mit Sauerstoff- und Inertgaszufuhr aus getrennten Vorratsflaschen sowie Kohlensäureadaption, insbesondere für größere Tiefen“ (1962). Entspricht US3068864 und UK969272.

Patentanmeldung 291767 vom 3. Mai 1943 „Schwimmtauchgerät für große Tiefen“, Aktenzeichen D90640XI (entspricht Patent FR956.312 „Scaphandre de natation pour grandes profondeurs“ angemeldet am 29. August 1944, ausgestellt am 25. Juli 1949).

Patentanmeldung 324316 vom 15. Mai 1943 „Reduzierventil für Tauchergeräte“, Aktenzeichen D90744XI.

Abb.12: Hans Hass arbeitete ab 1941 viele Jahrzehnte mit dem Drägerwerk als Berater und Werbeträger zusammen. Bei diesen Presseaufnahmen aus dem Jahr 1994 wirbt Hass für das neue Nitrox-Kreislauftauchgerät „Atlantis“. Hass steht am Versuchsbecken des Drägerwerks und trägt sein altes Dräger Sauerstoff-Kreislauftauchgerät von 1942, das nach all den Jahren immer noch zu funktionieren scheint. (Foto: Drägerdive)